

PCT

世界知的所有権機関

国際事務局



特許協力条約に基づいて公開された国際出願

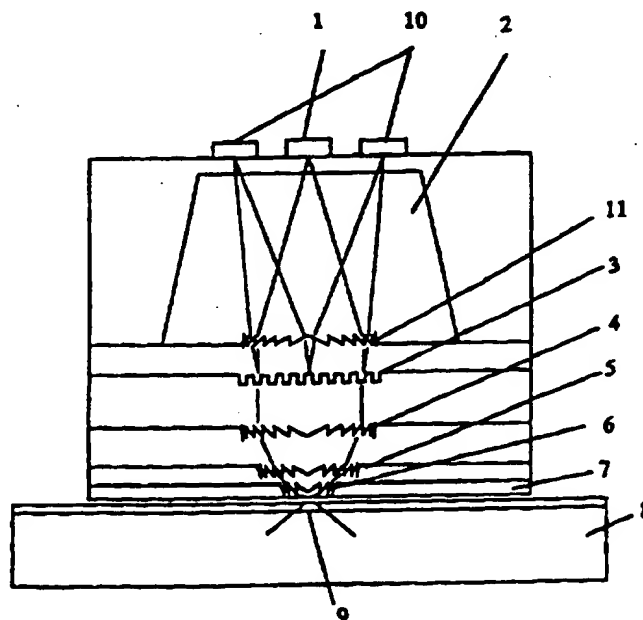
(51) 国際特許分類6 G11B 7/135	A1	(11) 国際公開番号 WO96/27880 (43) 国際公開日 1996年9月12日(12.09.96)
(21) 国際出願番号 PCT/JP95/00374 (22) 国際出願日 1995年3月8日(08.03.95) (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP] 〒101 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 Tokyo, (JP) (72) 発明者：および (75) 発明者／出願人 (米国についてのみ) 伊藤顕知(ITO, Kenchi) [JP/JP] 〒185 東京都国分寺市東恋ヶ窪4-19-8-203 Tokyo, (JP) 新谷俊通(SHINTANI, Toshimichi) [JP/JP] 〒184 東京都小金井市緑町5-18-30 尚武寮 Tokyo, (JP) (74) 代理人 弁理士 小川勝男(OGAWA, Katuo) 〒100 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 株式会社 日立製作所内 Tokyo, (JP)		(81) 指定国 CN, JP, KR, SG, US, 欧州特許(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title : LAMINATED PROXIMITY FIELD OPTICAL HEAD AND OPTICAL INFORMATION RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

(54) 発明の名称 積層型近接場光ヘッドおよび光情報記録再生装置

(57) Abstract

The present invention provides an optical recording device which is of ultra-high density and is small in size. It comprises a subminiature optical head (81) comprising in turn a semi-conductor laser (1), a photodetector (10), grating lenses (4-6) and a cover layer (7) and a floating slider (83) on which the optical head is mounted. This configuration can provide an optical recording device which is of ultra-high recording density and is subminiature.



(57) 要約

本発明は超高密度でかつ小型の光記録装置を提供するものであり、その構成は半導体レーザ(1)、光検出器(10)、グレーティングレンズ(4-6)、カバー層(7)などからなる超小型の光ヘッド(81)が、浮上スライダ(83)上に搭載されているものである。この構成で超高記録密度の超小型の光記録装置を構成できる。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	DE	ドイツ	LI	リヒテンシュタイン	PL	ポーランド
AM	アルメニア	DK	デンマーク	LC	セントルシア	PT	ポルトガル
AT	オーストリア	EE	エストニア	LR	レソト	PR	プエルトリコ
AU	オーストラリア	ES	スペイン	LS	レソト	RO	ルーマニア
AZ	アゼルバイジャン	FR	フランス	LT	リトアニア	SD	スーダン
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	イギリス	LU	ルクセンブルグ	SE	スウェーデン
BB	バハマ	GG	ギブラルタル	LV	ラトヴィア	SG	シンガポール
BE	ベルギー	GR	ギリシャ	MC	モナコ	SK	スロバキア
BF	ブルキナファソ	GN	ギニア	MD	モルドバ共和国	SN	セネガル
BG	ブルガリア	GU	グアム	MG	マダガスカル	SZ	スワジランド
BJ	ベナン	HE	ハンガリー	MK	マケドニア共和国	TD	チャド
BR	ブラジル	IL	イスラエル	ML	マリ	TG	トーゴ
BY	ベラルーシ	IS	アイスランド	MN	モンゴル	TH	タイ
CA	カナダ	IT	イタリア	MR	モーリタニア	TM	トルクメニスタン
CC	中央アフリカ共和国	JP	日本	MW	モザンビーク	TT	トリニダード・トバゴ
CF	コンゴ	KE	ケニア	MX	メキシコ	UA	ウクライナ
CH	スイス	KR	韓国	NE	ニジェール	UG	ウガンダ
CI	コート・ジボアール	KZ	カザフスタン	NL	オランダ	US	アメリカ合衆国
CM	カメルーン			NO	ノルウェー	UZ	ウズベキスタン
CN	中国			NZ	ニュージーランド	VN	ベトナム
CU	キューバ						
CZ	チェコ共和国						

積層型近接場光ヘッドおよび光情報記録再生装置

技術分野

本発明は、光ディスク装置、及びそれを用いた光情報処理装置にかかわる。

背景技術

光ディスク装置は、これまで大容量の可換媒体として注目されてきた。しかし、最近の磁気ディスク装置の急速な大容量化の進展により、記録密度は1ギガビット/平方インチと、ほぼ同等となり、また、その大容量化の進展速度の差から、ここ数年で、記録密度の点で磁気ディスク装置に追い抜かれるのは確実な状況となっている。光ディスク装置における記録マークの大きさは、ほぼ数式2で表わされる。

【数式2】
$$\sigma \approx \frac{\lambda}{NA}$$

ここで、 λ は記録再生に用いるレーザ光の波長、 NA は開口数と呼ばれ、光軸とレンズで集光される光のうち光軸と最大の角度をなす光線の光軸に対する角度 θ を用いて、 $NA = \sin \theta$ と表わされる。そこで従来、光ディスク装置の高密度化は、使用する半導体レーザ光の短波長化、集光レンズの高 NA 化を中心に、微小な情報記録マークを形成する技術、および光スポット径より小さい情報記録マークを精度よく再生する技術の4つの方向から推進されてきた。第1のアプローチについては、最近Ⅱ-VI族の半導体による緑色レーザの室温連続発振、ガリウム・窒素系のⅢ-V族半導体による青色発光ダイオードの製品化など画期的な進歩があり、第3、第4のアプローチも着実な進歩を遂げているが、これらを総合してもやっと1けたの記録密度向上がはかれる程度であると推定されている。この根本的な原因は、光の回折現象により、光を光の波長より小さくすることがで

きないためである。

この限界を打ち破り、記録密度を現状より2桁向上する方法として、近接場（エバネセント場）を利用した光記録再生方法が注目されている。例えば、アプライド・フィジクス・レターズ、61巻、2号の142頁から144頁（Applied Physics Letters, Vol. 62, No. 2, pp. 142-144, 1992）に記載されているように、光ファイバの先端をコーン状に加工し、その先端の数10nmの領域以外を金属の被膜で覆ったプローブを作製し、これを piezo 素子を用いた精密アクチュエータに搭載して位置を制御して、直径60nmの記録マークをプラチナ／コバルトの多層膜上に記録再生した例が報告されている。この例の場合、記録密度は45ギガビット／平方インチに達し、現状の約50倍とすることができる。更に最近、アプライド・フィジクス

レターズ、65巻、4号の388頁から390頁（Applied Physics Letters, Vol. 65, No. 4, pp. 388-390, 1994）には、図2に示す固体液浸レンズ（Solid Immersion Lens 以下SILと略記）を用いて、実効的に開口数NAを上げることにより、原理的に40ギガビット／平方インチが達成できることが報告されている。

発明の開示

しかし、上記従来例には以下のような課題がある。

まず第一の光プローブを用いる例では、信号レベルが小さいことがあげられる

。

上記第1の従来例では、検出パワーは、わずか100nW程度ときわめて小さく

、

光ディスク装置には使用できるレベルにない。これを改善するために、例えば、アプライド・フィジクス・レターズ、63巻、26号の3550頁から3552頁（Applied Physics Letters, Vol. 63, No. 26, pp. 3550-3552, 1993）では、Ndドープのファイバレーザを用いて、45mWの入力で、金の反射膜に対し、0.3mWの出力を得ること

に成功しているが、ファイバレーザを用いるため、共振周波数が92kHzと小さく高速の情報転送ができないという問題が生じている。

一方第2のSILを用いる従来例では、SIL以外の部分は従来の光学系がそのまま使用でき、再生信号およびサーボ信号の検出方式も従来方式を踏襲できるので、第1の従来例と異なり、信号レベル、転送速度など基本的な性能は、従来型の光ディスク装置と遜色ない。しかし、第2図に示すように、球状のSIL21を媒体にきわめて近接して設置する必要がある、まず第1に対物レンズ22とSIL21の位置合わせが難しいという課題がある。第2に、SILは直径0.3mmときわめて小さいので、その実装方法に課題がある。第3に、SILは光記録媒体23に距離100nm程度と極めて近接して設置する必要がある、従来のフォーカシング・サーボ方法は使用できない。したがって、フォーカシング・サーボを必要としない駆動機構が必要という課題がある。

上記の課題を解決するため、本発明では以下のような手段を構じる。

まず、基板と、該基板上、または該基板内、または該基板に密着して形成された半導体レーザと、該半導体レーザから出射した光を集光するレンズと、該レンズに対し半導体レーザとは反対側から入射する該集光光に共役な光を該半導体レーザとは異なる位置に分岐する分岐手段と、該分岐手段によって分岐された光を受光するホトディテクタとによって構成された光ヘッドにおいて、該レンズを少なくとも2枚以上のレンズと該レンズを埋め込む高屈折率材料とで構成し、該レンズで集光される光線と光軸のなす角の最大値が、該高屈折材料と空気の界面における全反射角より大きくなるよう、該レンズ系を設計する。さらにまた、集光レンズをグレーティングレンズによって構成する。

さらに、前記光ヘッドの該半導体レーザの出射側共振器ミラーと集光レンズとの空隙を透明材料で充填し、一体構造とする。あるいはまた、半導体レーザとして共振器を基板に対して垂直方向に形成した面発光型の半導体レーザを用いる。

さらに、前記光ヘッドの集光レンズの口径を1mm以下とする。さらにまた、前記光ヘッドにおいて、光出射側の表面にセラミック膜を装荷する。

さらに光ヘッドにおいて、前記レンズで集光される光線と光軸のなす角の最大値が θ_{\max} 、半導体レーザの波長が λ 、高屈折率材料の屈折率が n であるとき、

光記録媒体を前記高屈折材料から数 1 で示される距離 d の範囲に設置する。

さらに前記光ヘッドを、浮上スライダ上に搭載する。あるいはまた光ヘッド自身を浮上スライダとして用いる。

さらに、上記光ヘッドと、浮上スライダと、光情報記録媒体からなる光情報記録再生装置を構成し、さらに光記録媒体と、積層型近接場光ヘッドと、該光ヘッドを移動させるアクチュエータと、それらを内部に包含し外気と遮断する筐体を一体としてとりはずせるようにする。

上記手段は、以下のように作用する。

基板と、該基板上、または該基板内、または該基板に密着して形成された半導体レーザと、該半導体レーザから出射した光を集光するレンズと、該レンズに対し半導体レーザとは反対側から入射する該集光光に共役な光を該半導体レーザとは異なる位置に分岐する分岐手段と、該分岐手段によって分岐された光を受光するホトディテクタとによって構成された光ヘッドにおいて、該レンズを少なくとも 2 枚以上のレンズと該レンズを埋め込む高屈折率材料とで構成し、該レンズで集光される光線と光軸のなす角の最大値が、該高屈折材料と空気の界面における全反射角より大きくなるよう、該レンズ系を設計し、特に集光レンズをグレーティングレンズによって構成し、半導体プロセス技術を用いて作製可能とすることで、SIL と同等の NA 向上効果を得るとともに、レンズ系の位置合わせを不要とし、かつ実装をきわめて容易にする。

さらに、前記光ヘッドの該半導体レーザの出射側共振器ミラーと集光レンズとの空隙を透明材料で充填し、一体構造とする。あるいはまた、半導体レーザとして共振器を基板に対して垂直方向に形成した面発光型の半導体レーザを用いることで、すべての光学部品を半導体レーザが形成されている基板上に積層一括形成し、全光学部品の位置合わせをも不要とし、かつ光ヘッドの大幅な小型化を実現できる。

さらに、前記光ヘッドの集光レンズの口径を 1 mm 以下とするとすることで、収差に対するレンズの加工誤差、調整誤差を大幅に軽減し、実際にグレーティングレンズの使用を可能とする。

さらに前記光ヘッドにおいて、前記レンズで集光される光線と光軸のなす角の

最大値が θ_{\max} 、半導体レーザの波長が λ 、高屈折率材料の屈折率が n であるとき、光記録媒体を前記高屈折材料から数式1で示される距離 d の範囲に設置することで、エバネセント光の透過効率を高め、より小さな光スポットを得ることができる。

$$d \leq \lambda / \{ 2 \pi \sqrt{(n^2 \sin^2 \theta_{\max} - 1)} \} \quad \dots \quad (\text{数式1})$$

また、前記のような超小型の積層型の光ヘッドを実現することで、光ヘッドをスライダ上に搭載できるようになる。これにより、フォーカシング・サーボを不要とすることができる。

図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す断面図である。第2図は本発明で用いるレンズ系と、従来のSILの動作を比較した図である。第3図は本発明の他の実施例である。第4図は焦点ずれ、トラックずれ信号発生用の回折格子の一例である。第5図は焦点ずれ信号を表わす図である。第6図は焦点ずれ、トラックずれ信号の発生回路を表わす図である。第7図は光磁気検出用の信号検出回路を表わす図である。第8図は本発明の位置合わせ、アクセス機構系を表わす図である。第9図は本発明の光ヘッド、機構系を搭載したドライブ装置の概念図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。

第1図は本発明の第1の実施例である。面発光レーザ1から出射したレーザ光は、充填層2に入り、コリメートレンズ11によりコリメートされ、屈折率の異なる他の材料で構成されたグレーティング素子3を透過する。これにより、若干の光が回折されるが、これは不要となる。グレーティングを透過した光は、第1

第2のグレーティングレンズ4、5で回折されたのち、さらに第3のグレーティングレンズ6で集光される。このとき、光軸と集光された光とのなす最大角 θ_{\max} は、カバー層7の端面における全反射角より大きい値となっている。なお、カバー層7の端面はレンズ系の焦点位置に設定されている。さらに、カバー層7の端面から、僅かに離れた近接場領域に、光記録媒体8を配置すると、全反射角 θ_c 以下の角度で入射してきた光のみならず、 θ_c 以上の角度で入射してきた光も一

部透過し、実効的にNAが大きくなり、より小さなスポット9に絞れこまれる。光記録媒体8からの反射光は、レンズ系4、5、6を再び透過し、グレーティング素子3によって回折され、面発光レーザ1に隣接して設けられたホトダイオード10上に集光され、再生信号およびサーボ信号が検出される。

以下、実施例1の動作について第2図でさらに詳しく説明する。第2図(b)に、本実施例と第2図(a)に示した従来のSILの動作を比較して示す。

従来のSILでは、対物レンズ22の集光点付近にSIL21を設置する。対物レンズ22のNAを $NA = \sin \theta_0$ とする。SIL21の屈折率を n 、半径を r とする。さらにSIL21の下部を中心から長さ r/n の位置まで研磨して落とし、SIL21の中心を対物レンズ22の焦点位置より nr の位置に設置する。このとき、集光された光はSIL表面で屈折され、研磨面23の一点に集光される。入射角を θ_1 、屈折角を θ_2 とすると、スネルの法則より、 $\sin \theta_1 = n \cdot \sin \theta_2$ が成り立つ。三角形の相似より $\theta_2 = \theta_0$ 、 $\theta_1 = \theta_{\max}$ となる。したがって、スポット径は数式3のように表わされる。

$$\text{【数3】} \quad \sigma \approx \frac{\lambda/n}{n \sin \theta_0}$$

これにより、実効的にNAが n 倍に、さらにスポット径が $1/n^2$ になる。 $\lambda = 780 \text{ nm}$ 、対物レンズ22の $NA = 0.5$ 、 $n = 1.9$ とすると、実効NAは0.95に、スポット径 $\sigma = 430 \text{ nm}$ となり、SILを用いない場合に比べ、約 $1/3.6$ となる。ただし、このままでは全反射角 $\theta_c = \sin^{-1}(1/n)$ 以上の角度で入射した光は透過することができないので、SILの近接場領域に光記録媒体8を配置し、 θ_c 以上の角度で入射する光をも取り出すことが可能となる。

一方本実施例で用いたグレーティングレンズでは、NAはもっぱらグレーティングの周期で決まる。例えば、第1のグレーティングレンズは、平面波を球面波に変えろとし、その焦点距離を f_1 、カバー層6の屈折率を n_1 とすると、中心から m 番目の溝の周期は、近似的に数式4で表わされる。

$$\text{【数4】} \quad \Lambda_m = \sqrt{\frac{\lambda f_1}{2 m n_1}}$$

本実施例で、レンズ直径 0.1 mm、 $\lambda = 780 \text{ nm}$ 、 $NA = 0.5$ 、 $n_1 = 1.5$ とすると、 $f_1 = 0.086 \text{ mm}$ であるから、レンズの溝の最小周期は 890 nm となる。これは、通常のリソグラフィプロセスで作製可能な周期である。

次に、第2のグレーティングレンズと第1のグレーティングレンズの距離を a 、第1、第2のグレーティングレンズの2つレンズ系の焦点距離を f_2 とすると、中心から m 番目の溝の周期は、近似的に数式5で表わされる。

$$\text{【数5】} \quad \Lambda'_m = \sqrt{\frac{\lambda f_2 / (1/b - 1/f_1 - a)}{2 m n_1}}$$

$a = 0.04 \text{ mm}$ 、 $f_2 = 0.024 \text{ mm}$ とすると、レンズの最小の溝の周期は、 680 nm であり、通常のリソグラフィプロセスで作製可能な周期である。

さらに、第3のグレーティングレンズと第2のグレーティングレンズとの距離を b 、3つのグレーティングレンズの合成レンズの焦点距離を f_3 、最上カバー層の屈折率を n_2 とすると、中心から m 番目の溝の周期は、同様に数式6で表わされる

$$\text{【数6】} \quad \Lambda''_m = \sqrt{\frac{\lambda f_3 / (1/c - 1/f_2 - b)}{2 m n_2}}$$

$b = 0.02 \text{ mm}$ 、 $f_3 = 0.02 \text{ mm}$ 、 $n_2 = 1.9$ とすると、レンズの最小の溝の周期は、 550 nm であり、通常のリソグラフィプロセスで作製可能な周期である。合成の NA は 0.91 、スポット径は 450 nm と従来型の SIL を用いた場合とほぼ同等となる。すなわち、本実施例では、2枚の現実に作製可能なグレーティングレンズを用いて、 SIL を用いるのと同等の NA 、およびスポット径を実現している。

また、本実施例では従来 of SIL を用いる方式に対し、次のようなメリットがある。前記のように通常の SIL では、球レンズを中心から r/n の距離まで研磨しなければならない。焦点ずれ Δz が存在しても十分良好な像が得られる範囲

すなわち焦点深度は、例えば尾上守夫編の光ディスク技術（ラジオ技術者）の60頁によれば、数式7で与えられる。

$$\text{【数 7】} \quad \Delta z \leq \frac{2\sqrt{3}}{7} \frac{\lambda}{(\text{NA})^2}$$

SILを用いる上記例のレンズ系ではNAは0.95と極めて大きいので、 $\Delta z = 430 \text{ nm}$ と極めて小さい。しかし、研磨によって球レンズの寸法をこの範囲内に合わせることは極めて困難である。また、対物レンズとSILの位置合わせ精度もほぼこのレベルであり、位置合わせ、さらに位置合わせ後の対物レンズ、SILの実装、固定もまた極めて困難である。これに対し本実施例では、 $\Delta z = 450 \text{ nm}$ と極めて小さいが、作製時に、カバー層6をCVD法等の薄膜成長法で $2 \mu\text{m}$ 成長させれば良い。薄膜成長では 100 nm の制御は容易であり、十分に上記焦点深度内へカバー層6の表面位置をおさめることが可能である。また、3つのグレーティングレンズの距離 $86 \mu\text{m}$ 、 $20 \mu\text{m}$ も、適当な厚膜成長装置で成長可能であり、また極めて高精度に相互の距離を制御することも可能である。

また、上記のような構成は収差に関するレンズの加工誤差、調整誤差を相対的に軽減できるという特徴をもつ。NA一定のままレンズ口径を小さくするということは、光学系を相似的に縮小するということに相当する。光学系を縮小すれば、

収差も相似的に縮小するが、そこに通す光の波長は縮小されないので、波長に対する収差量はこの倍率だけ小さくなる。光学系の許容収差量は通常波長によって決まるため、レンズの加工誤差や、調整誤差の許容量も大きくとることができる。

例えば、本実施例では面発光レーザ1より出射した $1/e^2$ 半幅約 10° の光をレーザから距離 0.284 mm の位置にあるコリメートレンズによってコリメートするため、ビームの直径は 0.1 mm と通常の光学系の $1/10$ 以下であり、上記効果が顕著になると考えられる。簡単のため、第1のグレーティングレンズ4について考察する。グレーティングレンズの球面収差Wは入射光線の高さをh

とすると、数式 8 で与えられる。

$$\text{【数 8】} \quad W = Ah^4$$

ここで、特に問題となる入射光線の波長の変動にともなういわゆる色収差を考えると、波長が λ から $\lambda + \Delta\lambda$ となった場合、数式 8 は数式 9 となる。

$$\text{【数 9】} \quad W = \frac{1}{4} (NA)^3 \frac{\Delta\lambda^4}{\lambda^2} h$$

半導体レーザの波長変動量は通常 5 nm 程度であるから、本実施例の場合最大の光線高さ $h = 0.05 \text{ mm}$ にたいして 0.013λ となり、光記録装置に用いることが十分可能な収差量となる。これは、光線の光軸からの傾きによって生じるコマ収差などほかの収差にもあてはまり、本光学系が大きな加工誤差や、調整誤差の許容量を有していることを示している。

第 3 図は、本発明の第 2 の実施例を示したものである。本発明では、第 1 の実施例中の 3 枚のグレーティングレンズが、1 枚のグレーティングレンズ 31（焦点距離 0.02、NA 0.90）で構成されており、31 の上にカバー層 6 が $20 \mu\text{m}$ ほど厚膜形成法で作製されている。グレーティングレンズの最小周期は 208 nm であり、ホトリソグラフィ技術では作製が難しいので、電子ビームリソグラフィ法を用いて作製する。従って、現在の加工技術の水準では、スループットの点から実施例 1 の方が実現容易であるが、将来、電子ビームリソグラフィ法のスループットに大幅な改善がみられれば、実施例 2 はより簡潔な構成であり、利点がおおいにでてくるものと予想される。

なお、これまでの実施例では面発光型の半導体レーザを用いていたが、通常の端面発光型の半導体レーザを用いてももちろんよい。また、半導体レーザと光検出器は、従来のように別々の部品を実装する方式でも、上記効果は変わらない。

第 4 図に、各種信号検出用のグレーティング 3 とホトダイオード 10 の構成例を示す。グレーティング 3 は、中央線を境界として両側とも 45° 傾き、互いに直交した直線形状の回折格子である。ホトダイオード 10 は、光記録媒体からの

反射光の、両側それぞれの回折格子による ± 1 次光を受光できるように4か所に配置されている。それぞれのホトダイオードは、グレーティングの分割方向と垂直にさらに2分割されている。さらに、前記分割線は、記録媒体の記録溝と平行な方向に配置されている。

第5図は、ホトダイオードによる焦点ずれの検出の例を示す。4つのディテクタそれぞれに入射する光の、後焦点時、合焦点時、前焦点時の光分布を示す。これにより4分割されたディテクタそれぞれに対して、2分割ホトダイオードの出力の差をとれば、焦点ずれ信号を検出できる。従来のバルク光学部品をアセンブリする場合に大いに問題となるホトダイオードの調整精度は、本実施例では、光軸に垂直方向はホトマスクの精密な位置決めで十分対応でき、また光軸方向の調整精度は薄膜ないし厚膜の精密な膜厚制御で対応できる。したがって、従来のような煩雑な部品位置調整は不要となる。

また、トラックずれ信号は、光記録媒体のグループからの回折光分布の不均一から得られる。すなわち、左右両側のグレーティング3に入射する光量の差を取る。

第6図に、焦点ずれ信号とトラックずれ信号の作製方法を示す。トラックずれ信号は、図中上段左側2つと下段右側2つの和と、下段左側2つと上段右側2つの和の差として得られる。

検出信号は、光記録媒体がコンパクトディスクのようなROM媒体または相変化媒体の場合は、全ホトダイオードからの出力の総和をとる。

光磁気信号を検出する場合は、さらに第7図のようにする。すなわち、上記ホトダイオードの上に、面発光レーザ1の偏光方向71と $\pm 45^\circ$ 傾いた方向に透過偏光方向を有する偏光子をはりつける。信号は、それらの偏光子の下に配置された分割ホトダイオードの出力の和の差をとることによって検出できる。

本実施例が従来例第2図と大いに異なる他の点として、光ヘッドの大きさがきわめて小さいことがあげられる。すなわち、本実施例では面発光レーザ1からカバー層7まで僅か0.4-0.5mmの大きさである。したがって、第1図に示した光ヘッドを筐体に入れ、これを浮上スライダ上に搭載することが可能である。

第8図に、本発明の積層型の光ヘッドを浮上型スライダに搭載した例を示す。81は本発明の積層型光ヘッド、82は実装時に光ヘッドと光記録媒体との距離を微調節するための駆動素子、83は磁気ディスク用のスライダ、84、85は支持用のアーム、86はアームを光記録媒体のトラック方向へ微動させるための駆動機構、87はヘッドスイングアーム、88はスライダをアクセスするための駆動機構である。前述のように、本発明の光ヘッドでは、焦点深度は高々 $\pm 200\text{ nm}$ 程度である。現在の標準的な磁気ディスク装置の浮上量は、約 $70 - 80 \pm 10\text{ nm}$ であるから、光ヘッドを前記焦点深度内に保持しつつ、浮上させることは十分に可能である。ただし本光ヘッドは、磁気ヘッドと異なり、磁気スライダ中に埋め込まれているわけではないので、研磨によってヘッド面を露出させることは困難である。そこで、本実施例では、光ヘッド81を $\pm 10\text{ nm}$ 程度の分解能を有する駆動機構、例えば圧電素子82の上に搭載し、装置駆動時に前記の焦点ずれ検出信号を用いて浮上量の微調整を行い、前記焦点深度内に光ヘッド位置を保持する。一端位置制御が終了すれば、その後はスライダの浮上により光ヘッドの位置は $\pm 10\text{ nm}$ 以下の変動に保たれ、ダイナミックな焦点ずれ補正は不要となる。光ヘッドのトラッキング動作は、前述のトラックずれ検出信号を用いて86の微動機構で行う。このようなシンプルな磁気ディスクと同様な駆動系が用いられる理由は、本実施例の光ヘッドが一括積層された極めて小型・軽量の光ヘッドであるからであり、従来のSILを用いる光ヘッドにない特徴である。

第9図は、本光ヘッド、トラッキングアクチュエータを内蔵したディスクパッケージの実施例を示す。外気と内部を遮断する箱91の中に、光ヘッド、スライダ、トラッキング、アクセス駆動機構が収納され、箱外部には、電源入力端子、信号端子を備える。これを、92に示される記録、再生装置に挿入することで、情報の記録・再生を行う。このような磁気ディスク装置と同様な密閉構造とすることで、カバーガラスを不要化し、ゴミを遮断して近接場浮上型の光ディスク装置を実現することができる。

以上により、本発明によれば、複雑な信号処理、光記録媒体構造を用いなくて

も、現状の波長780nmの半導体レーザを用いて、ビットピッチ400nm、トラックピッチ400nm、面記録密度4Gbit/inch²が達成可能である。将来の青色光源を用いれば、さらに4倍の16Gbit/inch²が達成可能である。また、前記実施例ではカバー層として屈折率1.9のガラス層を用いているが、例えば屈折率が2.5程度のⅡ-V族の半導体を用いれば、前記のようにスポット径はカバー層の屈折率の反比例するので、記録密度はさらに28Gbit/inch²とすることができる。このように、本発明では、カバー層の屈折率を大きくとることで、一層の高密度化も可能となる。従来のSILは、球状のレンズ21を形成する必要がある、ガラスの硝材の屈折率の上限が1.9程度であるので、それ以上の高屈折率物質を使用することは極めて困難である。

この点でも本発明は、従来のSILを用いる光ヘッドに比べ大きな利点がある。

産業上の利用可能性

以上のように本発明によれば、超高記録密度の光記録装置用の光ヘッドを、小型に構成することが可能で、これを浮上スライダに搭載し、焦点ずれ調整不要の光記録装置を構成することが可能となる。

請求の範囲

1. 基板と、該基板上、または該基板内、または該基板に密着して形成された半導体レーザと、該半導体レーザから出射した光を集光するレンズと、該レンズに対し半導体レーザとは反対側から入射する該集光光に共役な光を該半導体レーザとは異なる位置に分岐する分岐手段と、該分岐手段によって分岐された光を受光するホトディテクタとによって構成された光ヘッドにおいて、該レンズが高屈折率材料で埋め込まれており、該レンズで集光される光線と光軸のなす角の最大値が、該高屈折材料と空気の界面における全反射角より大きいことを特徴とする積層型近接場光ヘッド。
2. 請求項1記載の積層型近接場光ヘッドにおいて、集光レンズがグレーティングレンズによって構成されていることを特徴とする積層型近接場光ヘッド。
3. 請求項1または2記載の積層型近接場光ヘッドにおいて、該半導体レーザの出射側共振器ミラーと集光レンズとの空隙を透明材料で充填し、一体構造としたことを特徴とする積層型近接場光ヘッド。
4. 請求項1～3のうちいずれかに記載の積層型近接場光ヘッドにおいて、半導体レーザが共振器を基板に対して垂直方向に形成した面発光型の半導体レーザであることを特徴とする積層型近接場光ヘッド。
5. 請求項1～4のうちいずれかに記載の積層型近接場光ヘッドにおいて、集光レンズの口径が1mm以下であることを特徴とする積層型近接場光ヘッド。
6. 請求項1～5のうちいずれかに記載の積層型近接場光ヘッドにおいて、光出射側の表面にセラミック膜を装荷したことを特徴とする積層型近接場光ヘッド。
7. 基板と、該基板上、または該基板内、または該基板に密着して形成された半導体レーザと、該半導体レーザから出射した光を集光するレンズと、該レンズに対し半導体レーザとは反対側から入射する該集光光に共役な光を該半導体レーザとは異なる位置に分岐する分岐手段と、該分岐手段によって分岐された光を受光するホトディテクタとによって構成された光ヘッドにおいて、該レンズが高屈折率材料で埋め込まれており、該レンズで集光される光線と光軸のなす角の最大値が、該高屈折材料と空気の界面における全反射角より大きいことを特徴とする積

層型近接場光ヘッドにより光記録媒体のアクセスを行う光記録再生装置において

上記レンズで集光される光線と光軸のなす角の最大値が θ_{\max} 、半導体レーザの波長が λ 、高屈折率材料の屈折率が n であるとき、上記光記録媒体が前記高屈折材料から以下の式で示される距離 d の範囲に設置されていることを特徴とする光記録再生装置。

$$d \leq \frac{\lambda}{2\pi\sqrt{n^2 \sin^2 \theta_{\max} - 1}}$$

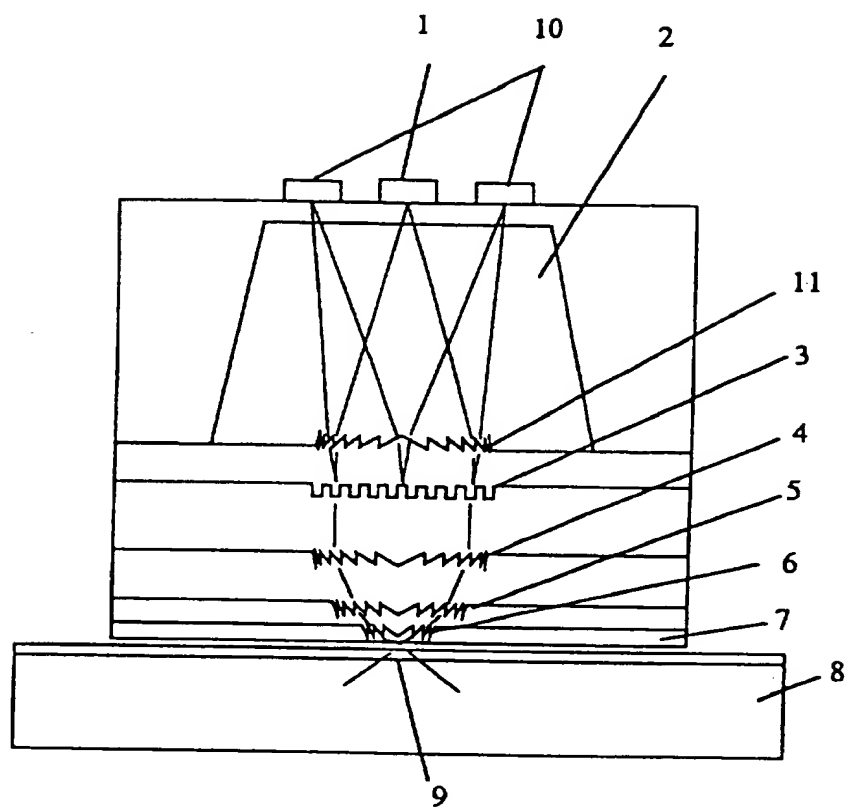
8. 請求項7記載の積層型近接場光ヘッドが、浮上スライド上に搭載されていることを特徴とする光記録再生装置。

9. 請求項7記載の積層型近接場光ヘッド自身を浮上スライドとして用いることを特徴とする光記録再生装置。

10. 請求項7記載の光情報記録再生装置であって、光記録媒体と、積層型近接場光ヘッドと、該光ヘッドを移動させるアクチュエータと、それらを内部に包含し外気と遮断する筐体を一体としてとりはずせることを特徴とする光情報記録再生装置。

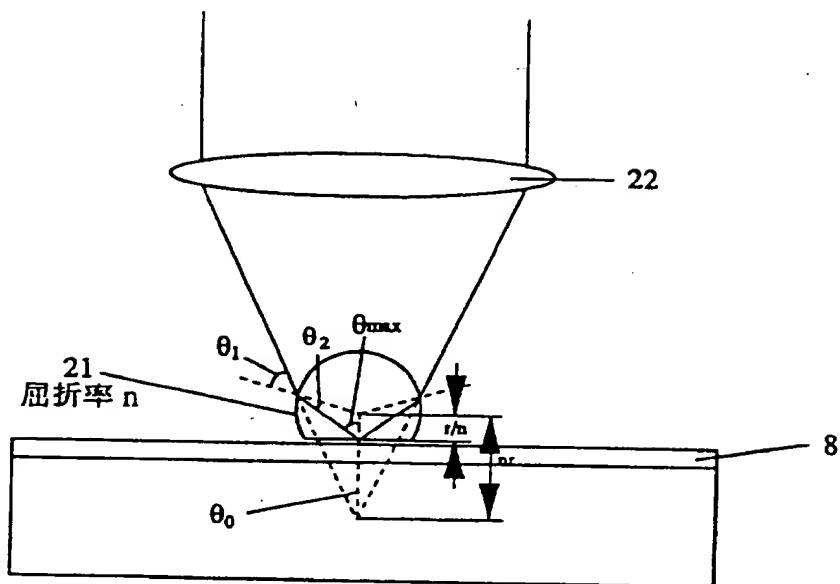
1 / 6

第 1 図

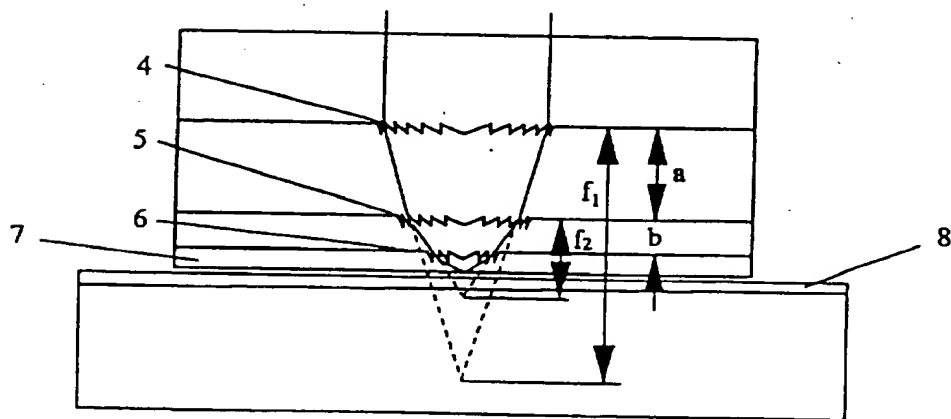


2 / 6

第 2 図



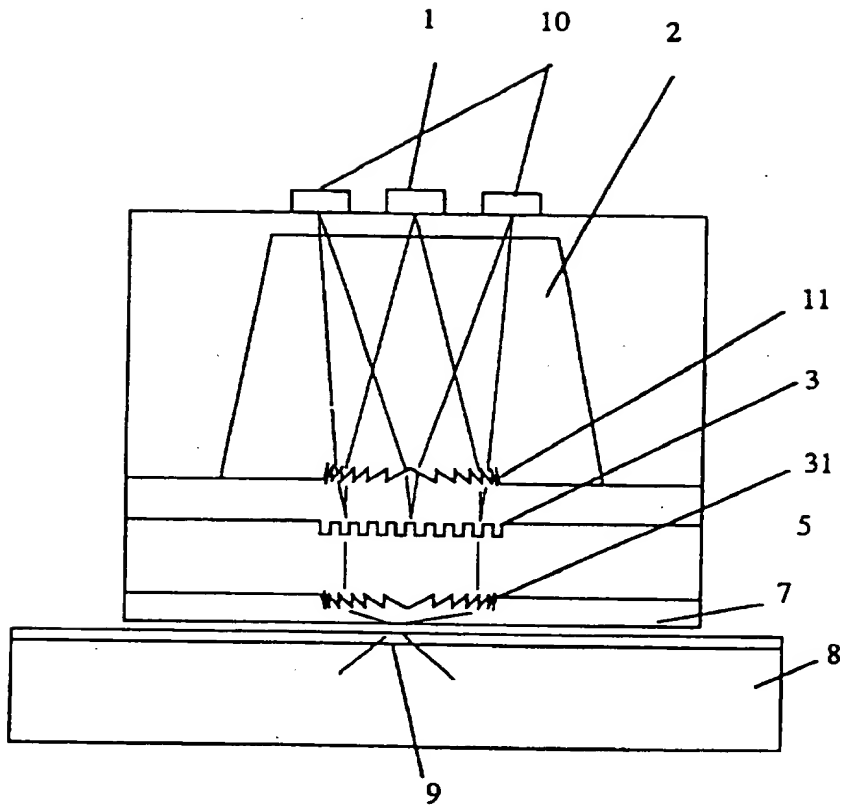
(a)



(b)

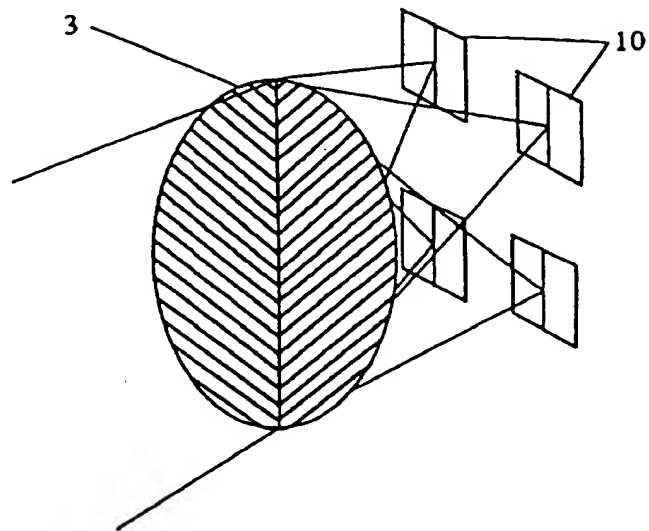
3 / 6

第 3 図

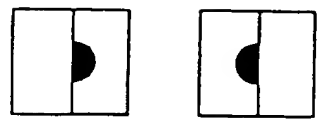
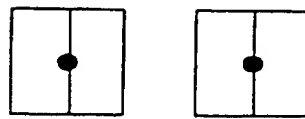
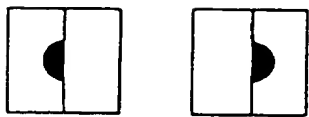
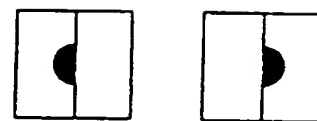
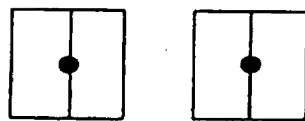
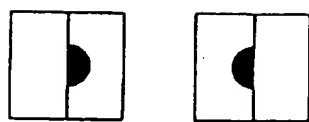


4 / 6

第 4 図



第 5 図



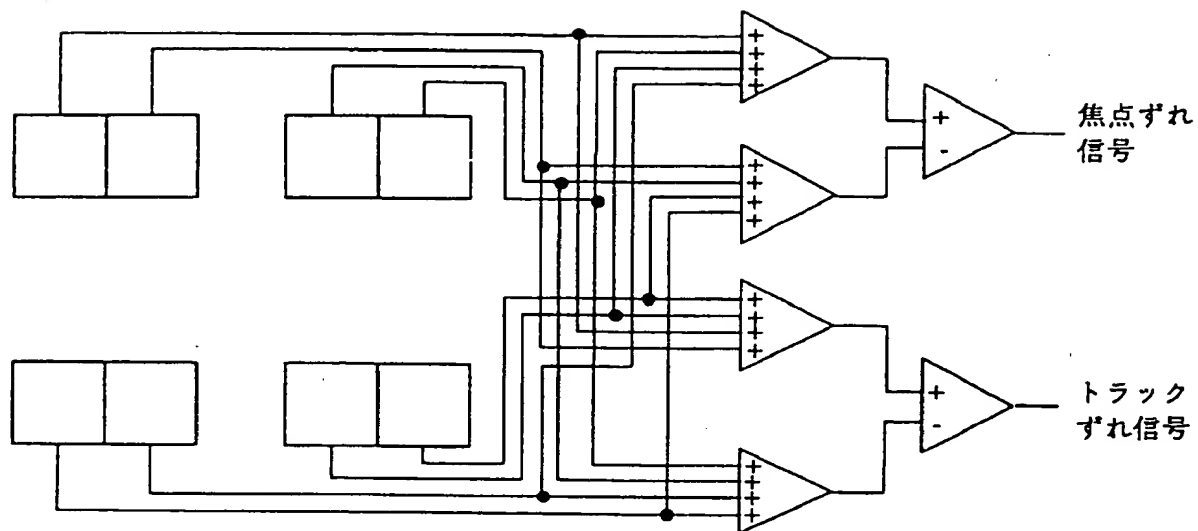
後焦点

合焦点

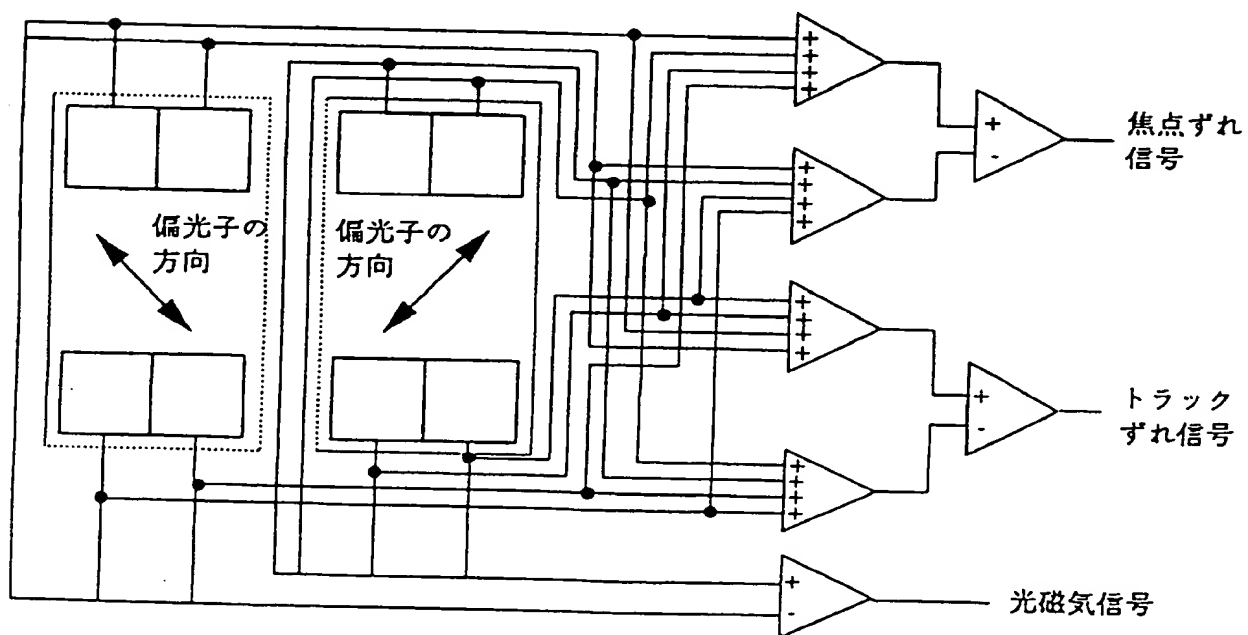
前焦点

5 / 6

第 6 図

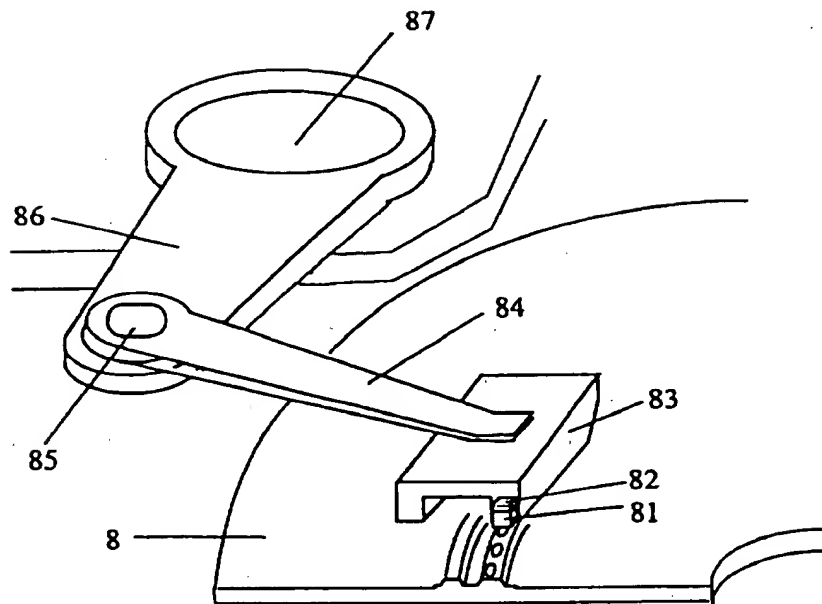


第 7 図

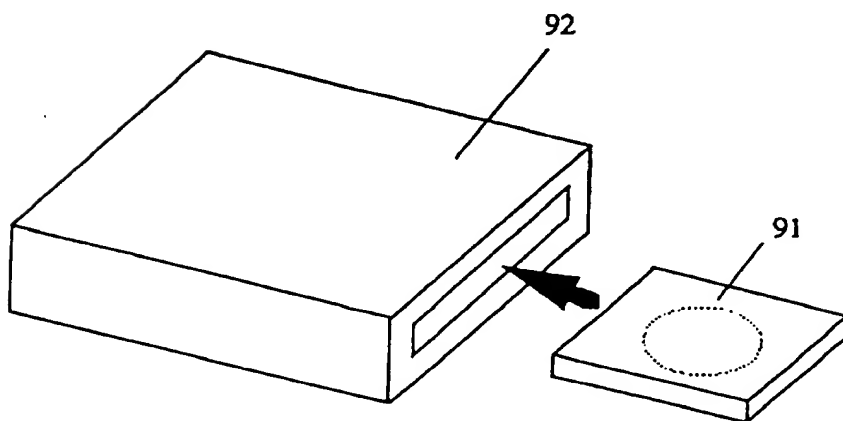


6 / 6

第 8 図



第 9 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application N .

PCT/JP95/00374

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ G11B7/135

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁶ G11B7/135

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1995

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1995

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 5-189796, A (The Board of Trustees of Leland Stanford Jr. Univ.), July 30, 1993 (30. 07. 93), Line 13, column 3 to line 49, column 4, Figs. 3 to 7 (Family: none)	1, 2, 7, 8, 9
A	JP, 5-34129, A (Satoshi Kawada), February 9, 1993 (09. 02. 93), Lines 32 to 39, column 1, lines 9 to 27, column 3, lines 14 to 21, column 7, Fig. 8 (Family: none)	2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

May 26, 1995 (26. 05. 95)

Date of mailing of the international search report

June 13, 1995 (13. 06. 95)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G11B7/135

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G11B7/135

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1995年
日本国公報実用新案公報 1971-1995年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 5-189796, A (ザ ボード オブ トラスティーズ オブ ザ リーランド スタンフォード ジュニア ユニバーシ ティ), 30.7月. 1993 (30.07.93), 第3欄, 第13行-第4欄第49行, 図3-7 (ファミリーなし)	1, 2, 7, 8, 9
A	JP, 5-34129, A (河田 聡), 9.2月. 1993 (09.02.93),	2

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日
若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献
(理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日
の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と
矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のため
に引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規
性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文
献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性
がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26.05.95

国際調査報告の発送日

13.06.95

名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

西川

5D 7247

電話番号 03-3581-1101 内線

3553

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	第 1 欄第 32 - 39 行, 第 3 欄第 9 - 27 行, 第 7 欄第 14 - 第 21 行, 図 8 (ファミリーなし)	